

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-293578

(43)Date of publication of application : 04.11.1998

(51)Int.Cl.

G10H 1/00  
G10H 1/053  
G10H 1/18

(21)Application number : 10-108197

(71)Applicant : YAMAHA CORP

(22)Date of filing : 17.04.1998

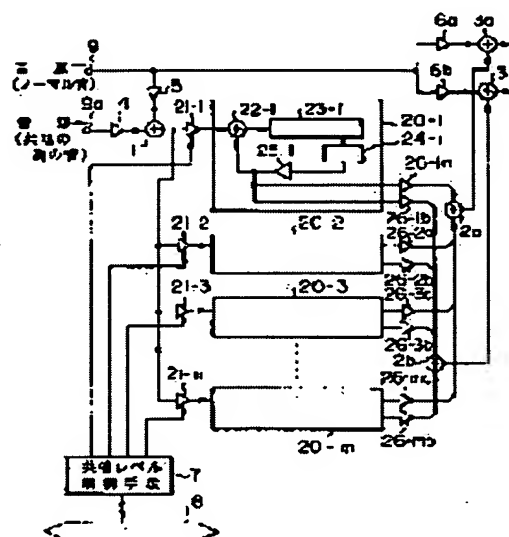
(72)Inventor : KOZUKI KOICHI

## (54) RESONANT SOUND SIGNAL FORMING DEVICE

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To generate a resonant sound closer to a natural musical instrument by providing a control means for generating a resonant sound signal with an amplitude smaller than a prescribed level and larger than a specified value in a resonant sound generating means when the maintenance of the resonant sound signal is not designated by a resonant sound holding operator.

**SOLUTION:** A resonant level control means 7 generates a resonant sound control coefficient for giving the strength of a musical signal inputted to the respective resonant sound forming channels (20-1)-(20-m) depending upon the ON/OFF state of a sustain pedal and the depressing/releasing keys of a keyboard. For example, when the sustain pedal is turned on, all resonant sound control coefficients of the resonant sound forming channels (20-1)-(20-m) are set as 1 and the resonant sounds of strings corresponding to all keys are generated. By setting other resonant sound control coefficients zero, only the resonant sound of string corresponding to the depressed key is generated.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 12.06.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3092061

[Date of registration] 28.07.2000

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-293578

(43)公開日 平成10年(1998)11月4日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

G 1 0 H 1/00  
1/053  
1/18

G 1 0 H 1/00  
1/053  
1/18

C  
C  
Z

審査請求 有 請求項の数2 O L (全 12 頁)

(21)出願番号 特願平10-108197  
(62)分割の表示 特願平5-159612の分割  
(22)出願日 平成5年(1993)6月29日

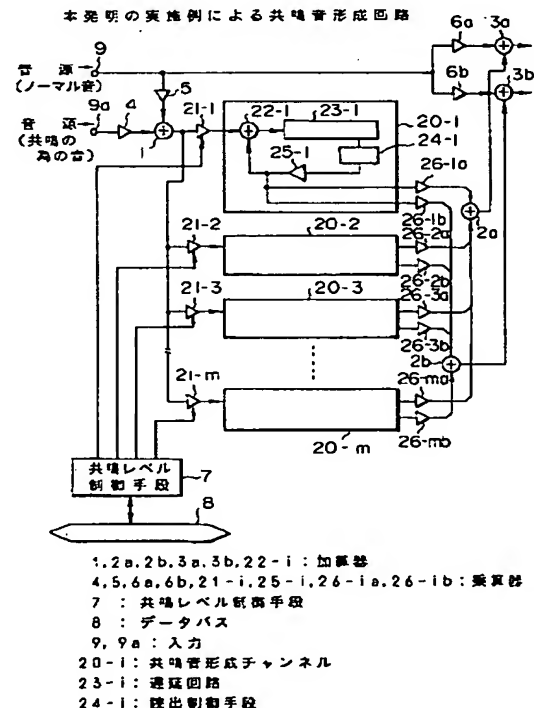
(71)出願人 000004075  
ヤマハ株式会社  
静岡県浜松市中沢町10番1号  
(72)発明者 神月 宏一  
静岡県浜松市中沢町10番1号 ヤマハ株式  
会社内  
(74)代理人 弁理士 高橋 敬四郎 (外1名)

(54)【発明の名称】 共鳴音信号形成装置

(57)【要約】

【課題】 自然楽器における共鳴効果を電氣的に実現した電子楽器に関し、サステインペダルを踏み込まない場合に生じるわずかな共鳴音を発生させることで、より自然楽器に近い共鳴音を発生することができる共鳴音信号形成装置を提供する。

【解決手段】 発生すべき楽音信号の音高を指定できると共に、指定された音高の楽音信号の発音および消音を指示する音高指定手段と、音高指定手段により指定された音高の楽音信号を形成出力する楽音信号形成手段と、楽音信号を入力し、共鳴音信号をそれぞれ形成出力することのできる共鳴音発生手段と、形成された共鳴音信号の保持を指定する共鳴音保持操作子と、共鳴音保持操作子によって共鳴音の保持が指定されている場合は、共鳴音発生手段において所定レベルの振幅で共鳴音信号を発生させ、共鳴音保持操作子によって共鳴音信号の保持が指定されていない場合は、共鳴音発生手段において所定レベルより小さく0よりも大きな振幅で共鳴音信号を発生させる制御手段とを有する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 発生すべき楽音信号の音高を指定できると共に、該指定された音高の楽音信号の発音および消音を指示する音高指定手段と、  
前記音高指定手段により指定された音高の楽音信号を形成出力する楽音信号形成手段と、  
前記楽音信号を入力し、共鳴音信号をそれぞれ形成出力することのできる共鳴音発生手段と、  
前記形成された共鳴音信号の保持を指定する共鳴音保持操作子と、  
前記共鳴音保持操作子によって共鳴音の保持が指定されている場合は、前記共鳴音発生手段において所定レベルの振幅で共鳴音信号を発生させ、前記共鳴音保持操作子によって共鳴音信号の保持が指定されていない場合は、前記共鳴音発生手段において前記所定レベルより小さく、0よりも大きな振幅で共鳴音信号を発生させる制御手段とを有する共鳴音信号形成装置。

【請求項 2】 発生すべき複数の楽音信号の音高を指定できる音高指定手段と、  
前記音高指定手段により指定された音高に対応する楽音信号を形成出力する楽音信号形成手段と、  
共鳴音信号を形成するための波形信号を形成する波形信号形成手段と、  
異なる共振周波数特性を有し、前記楽音信号と前記波形信号を入力し、共鳴音信号を形成出力することのできる共鳴音発生手段とを有する共鳴音信号形成装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、電子楽器に関し、特に、ピアノのように複数の弦と響板とを有する共鳴装置を備えた自然楽器における共鳴効果を電氣的に実現した電子楽器に関する。

## 【0002】

【従来の技術】自然楽器のピアノにおいては、各鍵に対応して弦とハンマが備えられ、押鍵動作に応じてハンマが弦を叩いて振動させる。各弦にはダンパが設けられ、押鍵時にはダンパが弦から離れ、離鍵時にはダンパが弦に接触する。また、別にサステインペダル（ダンパペダル）が設けられており、サステインペダルを踏み込むと全鍵のダンパが弦から離れる。従って、サステインペダルを踏み込むと離鍵しても楽音はなかなか減衰しない。

【0003】サステインペダルを踏み込んだ状態である鍵を押鍵すると、ハンマが弦を叩き振動が生じる。この振動は、フレーム等を介して他の弦にも伝わる。伝達された振動が弦の共鳴振動を誘起するものであると、その弦は打鍵されていなくても振動を始め、共鳴音を発生するようになる。電子楽器においても、この共鳴音発生を実現しようとする提案がなされている。

【0004】以下に、従来の共鳴音発生装置（特開平 4-121789号）について、図 5 を参照して説明す

る。図 5 は、従来例による電子楽器の音源及び共鳴音形成回路の基本構成を示すブロック図である。

【0005】音源 50 は、押鍵された鍵に対応する音高の楽音信号に、所望の音色を付与し、押鍵、離鍵及びサステインペダルの状態に応じた振幅エンベロープを付与する。音源 50 は、複数の楽音信号形成チャンネル 51-1～51-n 及び加算器 52 から構成されている。鍵が押鍵されると、図には示さない押鍵割当手段によって、一つの楽音信号形成チャンネル 51-i が押鍵された鍵に割り当てられる。全ての楽音信号形成チャンネルが楽音信号発生中のときに新たな鍵が押鍵された場合は、離鍵後の経過時間が最長の楽音信号、または減衰が最も進行した楽音信号の形成チャンネルを開放して新たに押鍵された鍵に割り当てる等の処理が行われる。

【0006】割り当てられた楽音信号形成チャンネル 51-i は、押鍵された鍵の音高に対応する楽音信号を形成出力する。各楽音信号形成チャンネル 51-1～51-n は、加算器 52 に接続されている。加算器 52 は、各楽音信号形成チャンネル 51-1～51-n から供給された楽音信号を合算して出力する。

【0007】共鳴音形成回路 60 は、入力された楽音信号に基づいて共振周波数の異なる m 個の共鳴音信号を形成し、元の楽音信号に共鳴音信号を付与する。共鳴音形成回路 60 は、m 個の共鳴音形成チャンネル 61-1～61-m、加算器 65 及び 66 を備えている。各共鳴音形成チャンネル 61-1～61-m には、音源 50 から楽音信号が供給され、サステインペダルスイッチ 70 からサステイン信号 SUS が供給されている。サステイン信号 SUS は、サステインペダルを踏み込んだとき“1”、踏み込み解除により“0”となる。

【0008】各共鳴音形成チャンネルは、加算器 62、乗算器 63 及び遅延回路 64 からなる循環信号路を備えた楕円形フィルタである。加算器 62 は、音源 50 から供給された楽音信号に遅延回路 64 の出力を加算して乗算器 63 に供給する。

【0009】乗算器 63 は、加算器 62 から供給された楽音信号に所定のフィードバック利得を付加して遅延回路 64 に供給する。このフィードバック利得は、図には示さない制御手段によって所望の値に設定可能である。また、乗算器 63 の出力は、共鳴音形成チャンネルの出力を形成し、加算器 65 に入力される。乗算器 63 には加算器 62 からの楽音信号の他にサステインペダルスイッチ 70 からサステイン信号 SUS が供給されている。サステイン信号 SUS が“1”のとき、すなわちサステインペダルを踏み込んだ状態のときは、乗算器 63 は、あらかじめ設定されたフィードバック利得を与える。サステイン信号 SUS が“0”のとき、すなわちサステインペダルの踏み込みを解除した状態のときは、乗算器 63 のフィードバック利得は 0 になり、共鳴音形成チャンネルの出力は 0 になる。

【0010】遅延回路64は、乗算器63から供給された信号を所定の時間だけ遅延させて加算器62に供給する。遅延時間は図には示さない制御手段によって、希望の値に設定可能である。遅延時間を適当な値に設定することにより、楕形フィルタの共振周波数を希望の値に設定することができる。

【0011】このように構成された各共鳴音形成チャンネル61-1~61-mに、音源50から楽音信号を供給することにより、各共鳴音形成チャンネル61-1~61-m毎に固有の共振周波数を有する共鳴音を形成することができる。

【0012】加算器65は、各共鳴音形成チャンネル61-1~61-mから供給された共鳴音信号を合算し、加算器66に供給する。加算器66は、音源50から供給された楽音信号に加算器65から供給された共鳴音信号を加算してサウンドシステム67に供給する。

【0013】サウンドシステム67は、共鳴音形成回路60から供給された楽音信号をD/A変換し、音響信号を発生する。

【0014】

【発明が解決しようとする課題】図5に示したような共鳴音形成回路では、サステインペダルを踏み込んだときに、効果的な共鳴音を発生することができる。しかし、サステインペダルの踏み込みを解除したときには、共鳴音を発生しない。例えば、ピアノ等の自然楽器においては、通常の演奏において鍵を押下すると、ダンパペダルを踏み込んでいない場合でも、押鍵された鍵以外に対応する弦もわずかに共鳴し、共鳴音を生じ得る。図5に示したような従来の共鳴音形成回路では、サステインペダルを踏み込まない場合に生じるわずかな共鳴音は発生できない。さらに、例えば、ピアノ等の自然楽器においては、サステインペダルの踏み込みや解除といった共鳴音付加を指示する動作を行う。その指示動作の際、発生するペダルの踏み込み音といったノイズ音等による共鳴音が生じ得る。図5に示したような共鳴音形成回路では、共鳴音は楽音信号のみから形成されるものであり、例えばノイズ音のような共鳴音のための波形信号は考慮されていない。

【0015】本発明は、上記問題点を解決することを課題としてなされたものであり、その目的は、サステインペダルを踏み込まない場合に生じるわずかな共鳴音を発生させること、あるいは、ノイズ音のような楽音信号以外の波形信号による共鳴音を発生させることで、より自然楽器に近い共鳴音を発生することができる共鳴音信号形成装置を提供することにある。

【0016】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明に係る共鳴音信号形成装置は、発生すべき楽音信号の音高を指定できると共に、該指定された音高の楽音信号の発音および消音を指示する音高指定手段と、

前記音高指定手段により指定された音高の楽音信号を形成出力する楽音信号形成手段と、前記楽音信号を入力し、共鳴音信号をそれぞれ形成出力することのできる共鳴音発生手段と、前記形成された共鳴音信号の保持を指定する共鳴音保持操作子と、前記共鳴音保持操作子によって共鳴音の保持が指定されている場合は、前記共鳴音発生手段において所定レベルの振幅で共鳴音信号を発生させ、前記共鳴音保持操作子によって共鳴音信号の保持が指定されていない場合は、前記共鳴音発生手段において前記所定レベルより小さく0よりも大きな振幅で共鳴音信号を発生させる制御手段とを有する。上記構成の共鳴音信号形成装置によれば、共鳴音発生手段において形成された共鳴音信号の保持および保持の解除を指定する共鳴音保持操作子を設け、共鳴音の保持が指定されている場合は、所定レベルの振幅で共鳴音信号を発生させ、共鳴音信号の保持が指定されていない場合は、前記所定レベルより小さく0よりも大きな振幅で共鳴音信号を発生させることにより、ダンパが弦から離れていない状態においてわずかに発生する共鳴音を発生させることが可能となる。

【0017】さらに、本発明に係る共鳴音信号形成装置は、発生すべき複数の楽音信号の音高を指定できる音高指定手段と、前記音高指定手段により指定された音高に対応する楽音信号を形成出力する楽音信号形成手段と、共鳴音信号を形成するための波形信号を形成する波形信号形成手段と、異なる共振周波数特性を有し、前記楽音信号と前記波形信号を入力し、共鳴音信号を形成出力することのできる共鳴音発生手段とを有する。上記構成の共鳴音信号形成装置によれば、楽音信号とは別に共鳴音信号を形成するための波形信号を形成する波形信号形成手段を設けることにより、ノイズ音等の楽音信号以外の音による共鳴音をも発生させることができる。

【0018】

【発明の実施の形態】以下、本発明の好適な実施形態を図面を参照して説明する。図2は、本発明の実施例による電子楽器のブロック図である。鍵盤10が鍵盤インタフェース11を介してバス8に接続されている。鍵盤10の押鍵または離鍵があると、鍵盤インタフェース11が該当の鍵の音高、押鍵または離鍵、押鍵（離鍵）の速さ、アフタタッチ情報等を検出して、それぞれのデータをバス8に供給する。

【0019】ペダル12は、ペダルインタフェース13を介してバス8に接続されている。ペダルインタフェース13は、ペダル12のサステインペダルまたはソステヌートペダル等のオン/オフ状態を検出し、各ペダルのオン/オフの情報をバス8に供給する。

【0020】さらに、バス8には、ROM14、RAM15、CPU16、音源50、共鳴音形成回路60が接続されている。CPU16は、ROM14に記憶されたプログラムに従い、鍵盤インタフェース11からの押鍵

離鍵情報及びペダルインタフェース 13 からのペダルオン／オフ情報に基づいて音源 50 及び共鳴音形成回路 60 を制御する。

【0021】音源 50 は、複数の楽音信号形成チャンネル 51-1～51-n 及び加算器 52 を含む。音源 50 は、押鍵された鍵に対応する音高の楽音信号に、所望の音色を付与し、押鍵、離鍵及びサステインペダルの状態に応じた振幅エンベロープを付与する。鍵が押鍵されると、CPU 16 により一つの楽音信号形成チャンネル 51-i が押鍵された楽音発生に割り当てられる。全ての楽音信号形成チャンネルが楽音信号発生中のときに新たな鍵が押鍵された場合は、離鍵後の経過時間が最長の楽音、減衰の最も進んだ楽音等の楽音信号形成チャンネルを開放して新たに押鍵された鍵に割り当てる等のトランケート処理が行われる。

【0022】割り当てられた楽音信号形成チャンネル 51-i は、押鍵された鍵の音高に対応する楽音信号を形成出力する。各楽音信号形成チャンネル 51-1～51-n は、加算器 52 に接続されている。加算器 52 は、各楽音信号形成チャンネル 51-1～51-n から供給された楽音信号を合算して共鳴音形成回路 60 に供給する。

【0023】共鳴音形成回路 60 は、音源 50 から入力された楽音信号に共鳴音を付加してサウンドシステム 67 に供給する。共鳴音形成回路 60 の構成及び動作については、後に詳述する。サウンドシステム 67 は、共鳴音形成回路 60 から入力された楽音信号を D/A 変換し、音響信号を発生する。

【0024】図 1 は、図 2 の共鳴音形成回路 60 のブロック図である。入力 9 には、図 2 に示す音源 50 の出力が供給されている。入力 9a には、共鳴の為の音が供給されている。例えば、サステインペダルオン時のノイズ成分等である。入力 9 及び 9a から入力された楽音信号はそれぞれ乗算器 5 及び 4 を介して加算器 1 に供給されている。加算器 1 の出力は複数の乗算器 21-1～21-m に供給されている。

【0025】乗算器 21-1～21-m は、それぞれ加算器 1 から入力された楽音信号に所定の係数を乗じ、共鳴音形成チャンネル 20-1～20-m に供給する。さらに乗算器 21-1～21-m は、共鳴レベル制御手段 7 に接続されており、楽音信号に乗ずる前記係数は、発生している楽音の音高情報に基づき、共鳴レベル制御手段 7 から供給される。

【0026】共鳴音形成チャンネル 20-1～20-m は、それぞれ各鍵に対応する弦に固有の共鳴音を形成する。従って、共鳴音形成チャンネルは鍵の個数分備えることが好ましい。ただし、全鍵分を備えるのが困難な場合は後により詳細に説明するように鍵の一部のみでもよい。例えば、高域と低域で 1 オクターブ分ずつ合計 24 個の共鳴音形成チャンネルを備えてもよい。

【0027】ひとつの共鳴音形成チャンネル 20-i は、加算器 22-i、遅延回路 23-i、読出制御手段 24-i、乗算器 25-i を含む循環信号路を構成し、楕形フィルタを形成している。加算器 22-i は乗算器 21-i と 25-i に接続され、各乗算器から入力された楽音信号を加算して遅延回路 23-i に供給する。

【0028】遅延回路 23-i は、加算器 22-i から供給された楽音信号を所定の時間遅延させて読出制御手段 24-i に供給する。遅延時間は、共鳴音形成チャンネル 20-i が対応する鍵の弦が有する固有共振周波数を与えるように設定されている。読出制御手段 24-i は、遅延回路 23-i によって所定時間遅延した楽音信号を読み出し、補間または位相補正を行って乗算器 25-i に供給する。

【0029】乗算器 25-i は、読出制御手段 24-i から供給された楽音信号に所定の係数を乗じ加算器 22-i に供給する。すなわち、乗算器 25-i は、楕形フィルタのフィードバック利得を与えている。さらに、乗算器 25-i の出力は、共鳴音形成チャンネル 20-i の出力を形成し、乗算器 26-ia 及び 26-ib に供給されている。

【0030】乗算器 26-ia 及び 26-ib は共鳴音形成チャンネル 20-i から供給された楽音信号に所定の係数を乗じ、それぞれ加算器 2a 及び 2b に供給する。乗算器 26-ia は左チャンネルに対応する共鳴音を形成し、乗算器 26-ib は右チャンネルに対応する共鳴音を形成する。乗算器 26-ia 及び 26-ib の係数を適当に選ぶことにより、各弦に対応する共鳴音毎に左右のチャンネルの混合比、従って定位を独立に設定することができる。

【0031】加算器 2a 及び 2b は、それぞれ乗算器 26-1a～26-ma 及び乗算器 26-1b～26-mb に接続されており、各乗算器の出力を合算して加算器 3a 及び 3b に供給する。

【0032】乗算器 6a 及び 6b は、それぞれ入力 9 から入力された楽音信号に所定の係数を乗じて加算器 3a 及び 3b に供給する。加算器 3a は、乗算器 6a から供給された楽音信号と加算器 2a から供給された左チャンネル用共鳴音信号とを加算し共鳴音が付加された左チャンネル用楽音信号を形成する。加算器 3b は、乗算器 6b から供給された楽音信号と加算器 2b から供給された右チャンネル用共鳴音信号とを加算し共鳴音が付加された右チャンネル用楽音信号を形成する。

【0033】共鳴レベル制御手段 7 は、サステインペダル及びソステヌートペダルのオン／オフ状態、鍵盤の各鍵の押鍵／離鍵状態により、各共鳴音形成チャンネル 20-1～20-m に入力される楽音信号の強さを与える共鳴音制御係数を発生する。この係数は、各共鳴音形成チャンネル 20-1～20-m へ楽音信号を供給する乗算器 21-1～21-m に供給されている。

【0034】例えば、サステインペダルがオンのときは、共鳴音形成チャンネル20-1~20-mの全共鳴音制御係数を1に設定し、全鍵に対応する弦の共鳴音を発生させる。この時、押鍵に対応する弦と共鳴弦との距離を考慮して係数に分布を持たせてもよい。

【0035】サステインペダルがオフのときは、押鍵されている鍵に対応する共鳴音形成チャンネルの共鳴音制御係数を1に設定し、その他の共鳴音制御係数を0に設定することにより、押されている鍵に対応する弦の共鳴音のみを発生させることが可能である。

【0036】また、その他の設定を行ってもよい。例えば、押鍵時の共鳴音制御係数を0.8、離鍵時を0、サステインペダルオン時の押鍵時を0.9、離鍵時を0.6としてもよい。

【0037】次に、図1及び図2に示す電子楽器及び共鳴音形成回路の動作について図6~図8を参照して説明する。図6は、メインルーチンを示す流れ図である。電源が投入されるとステップA1で各装置の初期設定を行う。その後、ステップA2の鍵盤処理、ステップA3のペダル処理及びステップA4のその他の処理を繰り返し実行する。

【0038】図7は、図6のステップA2の鍵盤処理を示す流れ図である。メインルーチンから鍵盤処理が起動されると、ステップB1で今周期の押鍵の有無を判定する。押鍵がない場合は、ステップB6の離鍵の有無の判定処理に移る。

【0039】今周期に押鍵があった場合は、ステップB2の発音処理を実行する。発音処理では、CPU16は押鍵された鍵にひとつの楽音信号形成チャンネル51-jを割り当て、割り当てられた楽音信号形成チャンネル51-jに発音指示を行う。

【0040】次に、ステップB3でサステインペダルのオン/オフを判定する。サステインペダルがオンのときは、全鍵のダンパが弦から離れ共鳴し得る状態にある。しかし、近くの鍵が叩かれた時と遠くの鍵が叩かれた時とでは共鳴の強弱に差が生じる。

【0041】そこで、ステップB5でCPU16は共鳴レベル制御手段7を介して、押鍵された鍵に応じて共鳴音形成チャンネルに楽音信号を入力する乗算器（以下、共鳴音ゲートという）21-iにサステインペダルオン時の押鍵時共鳴音制御係数を設定する。

【0042】典型的には、打鍵した位置から離れるに従って共鳴音ゲートの開き方が減少するような共鳴音制御係数を設定する。これにより、共鳴音形成チャンネル20-iは、サステインペダルオン時に押鍵に対応して弦が発生する共鳴音を電子的に発生する。

【0043】サステインペダルがオフのときは、押鍵されている鍵のダンパのみが弦を離れ共鳴し得る状態である。そこで、ステップB4でCPU16は共鳴レベル制御手段7を介して、押鍵された鍵に対応する共鳴音ゲート

21-iのみにサステインペダルオフ時の押鍵時共鳴音制御係数を設定する。これにより、共鳴音形成チャンネル20-iは、サステインペダルオフ時に押鍵された鍵に対応する弦が発生する共鳴音を電子的に発生する。なお、押鍵されていない鍵の弦もわずかには共鳴し得るので、押鍵されていない鍵の共鳴音ゲートをわずかに開いてもよい。

【0044】次に、ステップB6で離鍵の有無の判定を行う。今周期に離鍵がなかった場合は、何もしないでメインルーチンに戻る。今周期に離鍵があった場合は、ステップB7の消音処理を実行する。消音処理では、CPU16は離鍵された鍵に対応する楽音信号形成チャンネル51-lに消音の振幅エンベロープを付与するように指示する。このとき、サステインペダルがオン状態であれば、サステインペダルがオフ状態になるまで消音処理を行わない。

【0045】消音処理後、ステップB8でサステインペダルのオン/オフを判定する。サステインペダルがオンのときは、ステップB10でCPU16は共鳴レベル制御手段7を介して、乗算器21-1~21-mのうち離鍵された鍵に対応する共鳴音ゲート21-kにサステインペダルオン時の離鍵時共鳴音制御係数を設定する。これにより、共鳴音形成チャンネル20-kは、サステインペダルオン時に離鍵された鍵に対応する弦が発生する共鳴音を電子的に発生する。

【0046】サステインペダルがオフのときは、ステップB9でCPU16は共鳴レベル制御手段7を介して、離鍵された鍵に対応する共鳴音ゲート21-kにサステインペダルオフ時の離鍵時共鳴音制御係数を設定する。これにより、共鳴音形成チャンネル20-kは、サステインペダルオフ時に離鍵された鍵に対応する弦が発生する共鳴音を電子的に発生する。この時の共鳴音制御係数を0にし、離鍵された鍵に対応する共鳴音を発生しないようにしてもよい。

【0047】上記処理が終了すると、制御はメインルーチンに戻る。図8は、ペダル処理を示す流れ図である。メインルーチンからペダル処理が起動されると、ステップC1で今周期にサステインペダルが踏まれたか否かを判定する。サステインペダルが踏まれなかった場合は、ステップC4のサステインペダルが離されたか否かの判定処理に移る。

【0048】今周期にサステインペダルが踏まれたときは、ステップC2のサステインペダルオンの処理を実行する。サステインペダルオンの処理では、CPU16は、サステインペダルオン状態を記憶する。サステインペダルオン状態のときは、離鍵を検出しても直ちに消音処理を行わずサステインペダルがオフになるのを待って消音処理を行う。

【0049】次に、ステップC3で押鍵中の鍵に対応する共鳴音ゲートに、サステインペダルオン中の押鍵時

共鳴音制御係数を設定し、離鍵中の鍵に対応する共鳴音ゲートに、サステインペダルオン中の離鍵時共鳴音制御係数を設定する。これにより、各共鳴音形成チャンネルは、サステインペダルオン時の共鳴音を発生する。

【0050】次に、ステップC4で今周期にサステインペダルが離されたか否かを判定する。サステインペダルが離されなかった場合には、現状態を維持しメインルーチンに制御を戻す。

【0051】今周期にサステインペダルが離された場合には、ステップC5のサステインペダルオフの処理を実行する。サステインペダルオフの処理では、CPU16は、サステインペダルオフ状態を記憶する。同時に、サステインペダルオン中に離鍵された鍵に対応する消音処理を実行する。

【0052】次に、ステップC6で押鍵中の鍵に対応する共鳴音ゲートに、サステインペダルオフ中の押鍵時共鳴音制御係数を設定し、離鍵中の鍵に対応する共鳴音ゲートに、サステインペダルオフ中の離鍵時共鳴音制御係数を設定する。これにより、各共鳴音形成チャンネルは、サステインペダルオフ時の共鳴音を発生する。サステインペダルオフ中の離鍵時共鳴音制御係数を0とした場合は、離鍵中の鍵に対応する共鳴音形成チャンネルは共鳴音の発生を停止する。

【0053】上記処理を実行後、制御をメインルーチンに戻す。図7及び図8では、説明の簡単化の為にペダル処理としてサステインペダルのみを考慮したが、ソステヌートペダルを踏み込んだ時は、押鍵された鍵のダンパが外れ、押鍵された鍵に対してはサステインペダルを踏み込んだのと同じ状態となる。そこで、ソステヌートペダルを考慮した場合を以下に説明する。

【0054】図6のステップA3のペダル処理において、ソステヌートペダルオンを検出したら、CPU16はソステヌートペダルオン状態を記憶する。ソステヌートペダルオン状態のときは、押鍵している鍵を記憶バッファに記憶する。離鍵を検出したときに図7のステップB7の処理において、離鍵された鍵が前記記憶バッファに記憶されている場合は、消音処理も該当の共鳴音ゲートへの共鳴音制御係数の再設定も行わない。離鍵された鍵が前記記憶バッファに記憶されていない場合は、通常の消音処理及び共鳴音ゲートへの共鳴音制御係数の再設定を行う。これによりソステヌートペダルオン時は、離鍵されても該当の共鳴音形成チャンネルは押鍵時と同様の共鳴音を発生する。

【0055】また、図6のステップA3のペダル処理において、ソステヌートペダルオフを検出したら、CPU16はソステヌートペダルオフ状態を記憶する。さらに、前記記憶バッファに記憶されている鍵で既に離鍵されている鍵について、消音処理を実行し、該当の鍵に対応する共鳴音ゲートに離鍵時共鳴音制御係数を設定する。同時に、前記記憶バッファをクリアする。これによ

り、ソステヌートペダルオン中に離鍵された鍵に対応する共鳴音形成チャンネルは共鳴音の発生を停止する。

【0056】以上述べたように、本実施例では、サステインペダルオフ時にも、押鍵されている鍵に対応する弦の共鳴音を電子的に発生することができる。さらに、サステインペダルのオン／オフの状態、鍵の押鍵／離鍵の状態に応じて共鳴音制御係数を適当に選択することにより、より自然楽器に近い共鳴音を発生することができる。

【0057】例えば、ピアノのC1（ド）の鍵とG1（ソ）の鍵を同時に押鍵したときを考える。C1の音の周波数は32.7Hz、G1の音の周波数は49Hzであり、その比は約2:3である。C1の3倍音は、98.1Hz、G1の2倍音は98Hzでありほぼ等しい。従って、C1に対応する弦は、G1の2倍音、4倍音等で共鳴する。本実施例によれば、サステインペダルを踏まない状態でC1の鍵とG1の鍵を同時に押鍵したときの、上記のようなC1の弦とG1の弦との間の共鳴音を自然楽器と同様に発生することができる。

【0058】上記実施例では、全鍵に対応した共鳴音形成チャンネルを備えた共鳴音形成回路について説明したが、全鍵に対応した共鳴音形成チャンネルを備えるとチャンネル数が多くなり回路が複雑になる。回路を簡単にするためには、高域用と低域用にそれぞれ1オクターブ分の共鳴音形成チャンネルを備えてもよい。以下に、第2の実施例による共鳴音形成回路について図3を参照して説明する。

【0059】図3は、高域用と低域用にそれぞれ1オクターブ分の共鳴音形成チャンネルを備えた場合の共鳴音形成チャンネルのブロック図を示す。共鳴音形成チャンネルは、低域用として20-1~20-12の12個、高域用として20-13~20-24の12個が備えられている。

【0060】入力9、9aから入力された楽音信号が加算器1に入力されるまでは、図1に示した共鳴音形成回路と同様である。加算器1の出力側は、乗算器17a、17bに接続され、楽音信号を供給する。乗算器17a及び17bは、それぞれ低域用共鳴音形成チャンネルの共鳴音ゲート21-1~21-12及び高域用共鳴音形成チャンネルの共鳴音ゲート21-13~21-24に楽音信号を供給している。音源がステレオ音源のときには、左チャンネル用の楽音信号を低域用共鳴音形成チャンネルの共鳴音ゲート21-1~21-12に入力し、右チャンネル用の楽音信号を高域用共鳴音形成チャンネルの共鳴音ゲート21-13~21-24に入力してもよい。これは、ピアノの低域用の弦が左側に、高域用の弦が右側にあることに対応している。

【0061】共鳴音ゲート21-i、共鳴音形成チャンネル20-i及び乗算器26-i a、26-i bの構成は図1の共鳴音形成回路と同様である。各乗算器26-i



i a 及び 26-i b の出力は、それぞれ加算器 2 a 及び 2 b に供給されている。

【0062】加算器 2 a 及び 2 b は、それぞれ乗算器 18 a 及び 18 b に楽音信号を供給する。また、加算器 3 a 及び 3 b は、それぞれ乗算器 6 a 及び 6 b から入力された楽音信号と、乗算器 18 a 及び 18 b から入力された共鳴音信号とを加算し、共鳴音を付加した楽音信号を形成出力する。

【0063】共鳴レベル制御手段 7 は、サステインペダル及びソステヌートペダルのオン／オフ状態、鍵盤の押鍵／離鍵状態により、低域用共鳴音形成チャンネル 20-1~20-12 及び高域用共鳴音形成チャンネル 20-13~20-24 の共鳴音ゲートに与える共鳴音制御係数を発生する。

【0064】図 3 に示すような共鳴音形成回路では、押鍵された鍵に対応する共鳴音形成チャンネルがない場合がある。この場合は、押鍵された鍵の音に対応する高域用の共鳴音形成チャンネルと低域用の共鳴音形成チャンネルの共鳴音ゲートにそれぞれ適当な共鳴音制御係数を設定して、押鍵された鍵に対応する共鳴音を疑似的に発生する。

【0065】例えば、低域用の共鳴音形成チャンネルとして音名 C1 から B1 までの 1 オクターブ分、高域用の共鳴音形成チャンネルとして音名 C5 から B5 までの 1 オクターブ分が準備されている場合を考える。このとき、押鍵された鍵に対応して以下のように各共鳴音ゲートの共鳴音制御係数を調整することが可能である。

【0066】C1 に対応する鍵が押鍵された場合には、C1 に対応した低域用の共鳴音形成チャンネルの共鳴音ゲート 21-1 の共鳴音制御係数を 1 に設定し、C5 に対応した高域用の共鳴音形成チャンネルの共鳴音ゲート 21-13 の共鳴音制御係数を 0 に設定する。

【0067】逆に、C5 に対応する鍵が押鍵された場合には、C1 に対応した低域用の共鳴音形成チャンネルの共鳴音ゲート 21-1 の共鳴音制御係数を 0 に設定し、C5 に対応した高域用の共鳴音形成チャンネルの共鳴音ゲート 21-13 の共鳴音制御係数を 1 に設定する。

【0068】また、C3 に対応する鍵が押鍵された場合には、C1 に対応した低域用の共鳴音形成チャンネルの共鳴音ゲート 21-1 及び C5 に対応した高域用の共鳴音形成チャンネルの共鳴音ゲート 21-13 の共鳴音制御係数を双方 0.5 に設定する。

【0069】その他の鍵が押鍵された時も、低域用と高域用の対応する共鳴音ゲートに設定する共鳴音制御係数の比率を変えることにより、最適の共鳴音を得るように調整することが好ましい。

【0070】上記のように、第 2 の実施例による共鳴音形成回路は、全鍵分の共鳴音形成チャンネルを備える必要がなく、電子回路を簡単にすることができる。また、高域用と低域用の共鳴音制御係数を適当に選択すること

により、各鍵に対応した共鳴音に近い共鳴音を発生することが可能である。

【0071】次に、図 4 を参照して、第 3 の実施例について説明する。実際のピアノにおいてハンマが弦をたたくのは、弦の一端から弦の長さの約  $1/7 \sim 1/9$  の位置である。従って、弦の一端から弦の長さの約  $1/7 \sim 1/9$  の位置が節となるような定在波は発生しにくい。これは、該当の弦の基本共振周波数の 7~9 倍音は発生しにくいことを意味する。図 4 に示す第 3 の実施例は、各共鳴音形成チャンネルに基本共振周波数の 7~9 倍音に相当する帯域の通過を阻止する帯域阻止フィルタを備えた例である。

【0072】入力 9、9 a から楽音信号が入力され、各共鳴音形成チャンネル 20-1~20-24 に入力されるまでは図 3 に示す第 2 の実施例と同様である。また、共鳴音形成チャンネル 20-i の加算器 22-i、遅延回路 23-i、読出制御手段 24-i 及び乗算器 25-i からなる循環信号路は図 3 に示す第 2 の実施例の共鳴音形成チャンネルと同様である。乗算器 25-i の出力が帯域阻止フィルタ 27-i に接続され、帯域阻止フィルタ 27-i の出力が共鳴音形成チャンネル 20-i の出力を形成している点が異なる。これにより、各共鳴音形成チャンネルの基本共振周波数の 7~9 倍音の発生が抑止され、より実際のピアノの共鳴音に近い共鳴音を得ることが可能となる。

【0073】上記の例では、帯域阻止フィルタを使用する場合について説明したが、7 倍音以上の周波数を阻止する低域通過型フィルタでもよい。低域用共鳴音形成チャンネル 20-1~20-12 の出力は、合算されて乗算器 28 a 及び 28 b に供給される。また、高域用共鳴音形成チャンネル 20-13~20-24 の出力は、合算されて乗算器 29 a 及び 29 b に供給される。乗算器 28 a および乗算器 29 a の出力は加算器 2 a によって加算され、左チャンネル用共鳴音信号を形成する。乗算器 28 b および乗算器 29 b の出力は加算器 2 b によって加算され、右チャンネル用共鳴音信号を形成する。

【0074】図 3 に示す第 2 の実施例では、各共鳴音形成チャンネルの出力を左右のチャンネル用の共鳴音信号に分離し、左右別々の乗算器を介して加算器 2 a または 2 b に入力していたが、本実施例では、各共鳴音形成チャンネルの出力を合算した後に左右のチャンネル用の乗算器に入力している。そのため、左右の共鳴音形成チャンネル間の干渉を取り入れることができる。また、乗算器の個数を削減することができ、電子回路を単純化することが可能となる。

【0075】ピアノのように低域用の音を発生する弦が左側に、高域用の音を発生する弦が右側にあるような場合には、低域用の共鳴音形成チャンネルが発生した共鳴音信号を左右のチャンネルに分離するとき、左チャンネル用を強く、右チャンネル用を弱くするのが好ましい。



逆に、高域用の共鳴音形成チャンネルが発生した共鳴音信号を左右のチャンネルに分離するときには、左チャンネル用を弱く、右チャンネル用を強くするのが好ましい。従って、本実施例のように低域用及び高域用の共鳴音形成チャンネルの出力をそれぞれ合算した後に、左右のチャンネルに分離してそれぞれ独立に音量を付与することにより、効果的な共鳴音を発生することができる。

【0076】以上実施例に沿って本発明を説明したが、本発明はこれらに制限されるものではない。例えば、種々の変更、改良、組み合わせ等が可能なことは当業者に自明であろう。例えば、出力を加算器 22-i の加算結果等、ループ回路の任意の箇所からとるようにしてもよい。

【0077】なお、本発明の要旨は特許請求の範囲に記載の通りのものであるが、本発明の特徴はさらに以下のものにも存在する。

【A】 前記共鳴音発生手段は、混合された楽音信号を注入する加算器、遅延回路及びフィードバック利得付手段を含む循環信号路を形成する櫛形フィルタを含むことを特徴とする特許請求の範囲の請求項 1 記載の電子楽器。

【0078】【B】 前記複数の共鳴音発生手段は、それぞれ前記音高指定手段が指定可能な音高に対応した共振周波数を有する特許請求の範囲の請求項 1 または A 項に記載の電子楽器。

【0079】【C】 前記複数の共鳴音発生手段は、前記音高指定手段が指定可能な低域の 1 オクターブ分と高域の 1 オクターブ分のみが設けられていることを特徴とする特許請求の範囲の請求項 1 または A ないし B 項に記載の電子楽器。

【0080】【D】 前記複数の共鳴音発生手段の出力側に設けられ、前記複数の共鳴音発生手段から発生した複数の楽音信号を混合する左チャンネル用混合手段と右チャンネル用混合手段と、前記複数の共鳴音発生手段の出力側と前記左チャンネル用混合手段及び右チャンネル用混合手段の入力側の間にそれぞれ 1 対ずつ設けられ、楽音信号の音量レベルを前記各共鳴音発生手段毎に調節し、一方は前記左チャンネル用混合手段に、他方は前記右チャンネル用混合手段に調節後の楽音信号を供給する共鳴音レベル調節手段とを有する特許請求の範囲の請求項 1 または A、B、C 項のいずれかに記載の電子楽器。

【0081】【E】 前記複数の共鳴音発生手段は、さらに共鳴音の中から不要な周波数成分のみを低減する帯域阻止フィルタを有する特許請求の範囲の請求項 1 または A、B、C、D 項のいずれかに記載の電子楽器。

【0082】【F】 前記帯域阻止フィルタは、共鳴音の基本周波数の 7~9 倍音の通過を阻止するためのフィルタであることを特徴とする E 項記載の電子楽器。

【G】 音高指定手段によって発生すべき楽音信号を指定し、前記音高指定手段により指定された複数の異なる

音高の楽音信号を形成出力し、前記楽音信号を異なる共振周波数特性を有する複数の共鳴音発生手段に、発生すべき楽音信号の音高に応じて共鳴音発生手段毎に選択されたレベルで入力し、入力した楽音信号に基づいて複数の異なる共鳴音信号を形成出力する共鳴音発生方法。

【0083】【H】 発生すべき楽音の音高に対応した共鳴音発生手段にのみ楽音信号を供給し、他の共鳴音発生手段には楽音信号を供給しないことを特徴とする G 項記載の共鳴音発生方法。

【0084】【I】 発生した楽音を持続させたい場合には、発生すべき楽音の音高に対応した共鳴音発生手段に楽音を供給し、他の共鳴音発生手段には音量レベルを下げた楽音を供給することを特徴とする G 項記載の共鳴音発生方法。

【0085】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、共鳴音信号形成装置において押鍵されていない鍵についてもわずかな共鳴音を発生させ、もしくは、ノイズ音等の楽音信号以外の音による共鳴音を発生させることが可能となり、より自然楽器に近い共鳴音を発生することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の第 1 の実施例による共鳴音形成回路のブロック図である。

【図 2】 本発明の第 1 の実施例による電子楽器の基本構成を示すブロック図である。

【図 3】 本発明の第 2 の実施例による共鳴音形成回路のブロック図である。

【図 4】 本発明の第 3 の実施例による共鳴音形成回路のブロック図である。

【図 5】 従来例による音源及び共鳴音形成回路のブロック図である。

【図 6】 本発明の第 1 の実施例によるメインルーチンの流れ図である。

【図 7】 本発明の第 1 の実施例による鍵盤処理の流れ図である。

【図 8】 本発明の第 1 の実施例によるペダル処理の流れ図である。

【符号の説明】

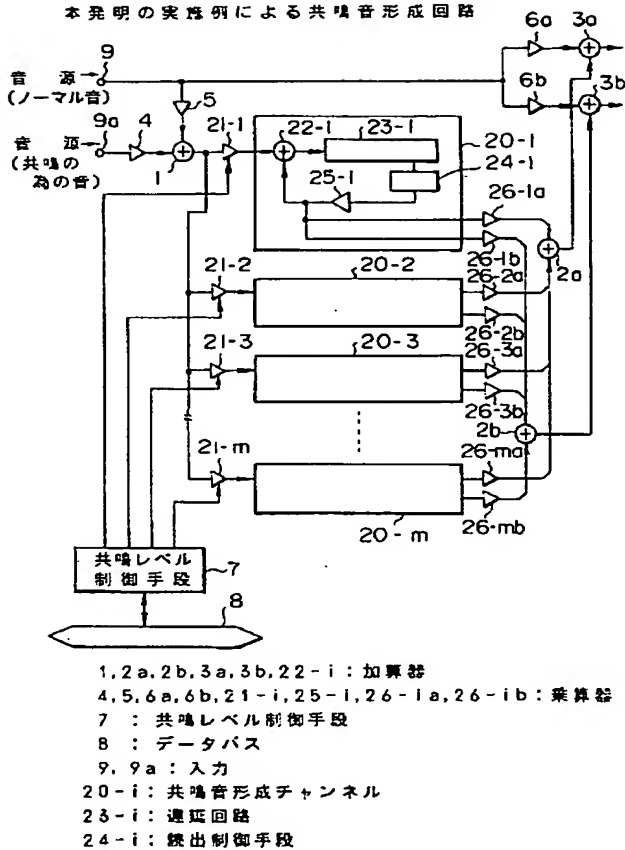
1、2 a、2 b、3 a、3 b、22-i、52、62、65、66 加算器； 4、5、6 a、6 b、17 a、17 b、18 a、18 b、21-i、25-i、26-i a、26-i b、28 a、28 b、29 a、29 b、63 乗算器； 7 共鳴レベル制御手段； 8 バス； 9、9 a 入力； 10 鍵盤； 11 鍵盤インタフェース； 12 ペダル； 13 ペダルインタフェース； 14 ROM； 15 RAM； 16 CPU； 20-i 共鳴音形成チャンネル； 23-i、64 遅延回路； 24-i 読出制御手段； 27-i 帯域阻止フィルタ； 50 音源； 51-i 楽音形

成チャンネル： 60 共鳴音形成回路： 61-i  
共鳴音形成チャンネル： 67 サウンドシステム：

70 サステインペダルスイッチ

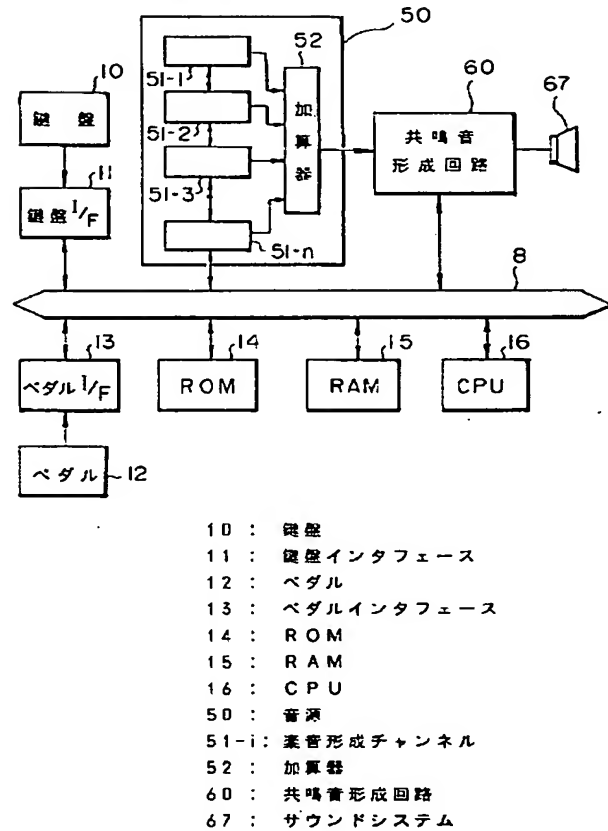
【図1】

本発明の実施例による共鳴音形成回路



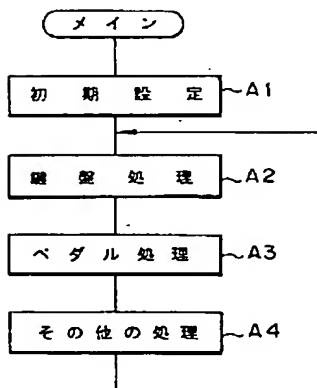
【図2】

本発明の実施例による電子楽器



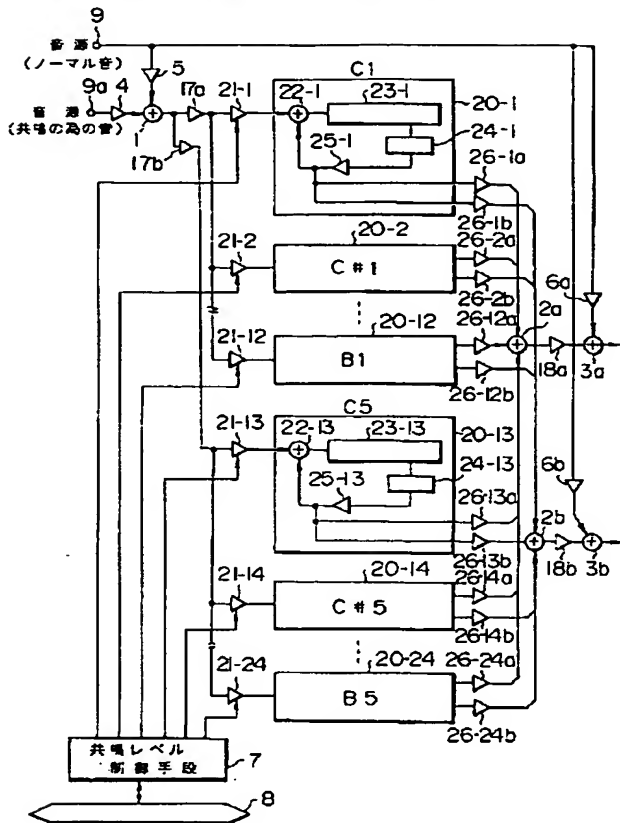
【図6】

メインルーティン



【図 3】

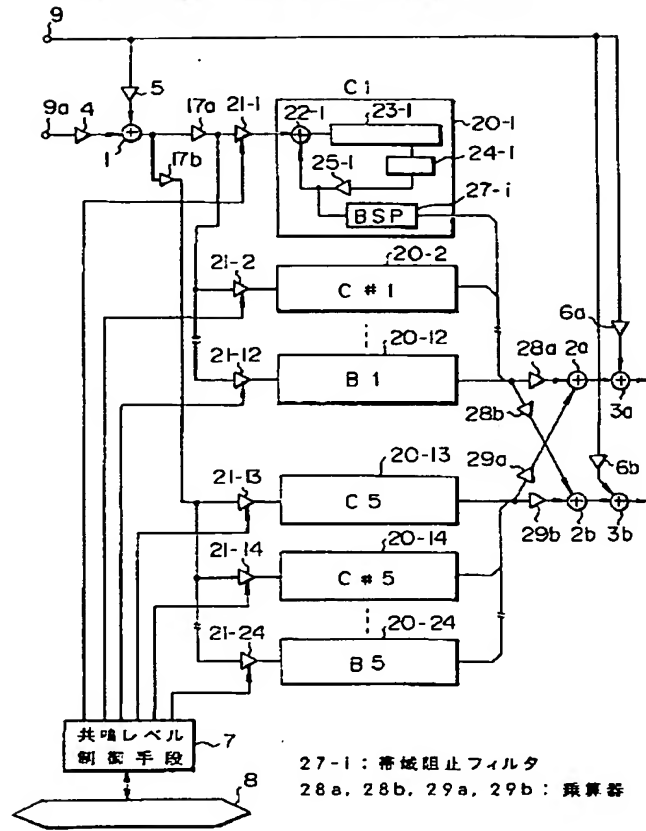
本発明の第 2 の実施例による共鳴音形成回路



17a, 17b, 18a, 18b : 乗算器

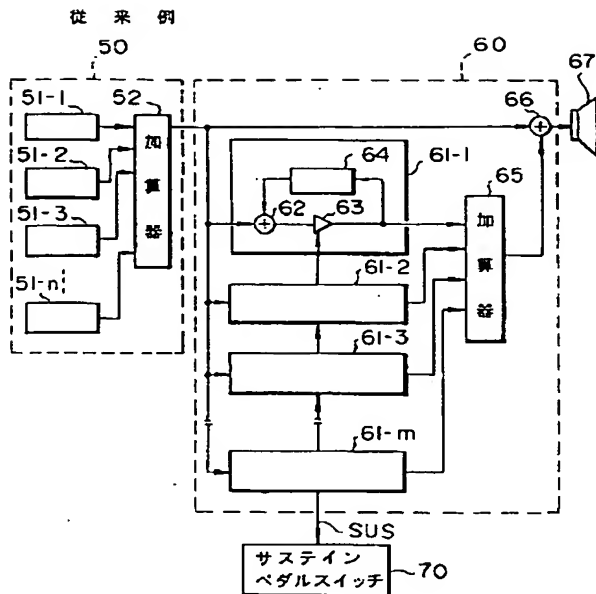
【図 4】

本発明の第 3 の実施例による共鳴音形成回路



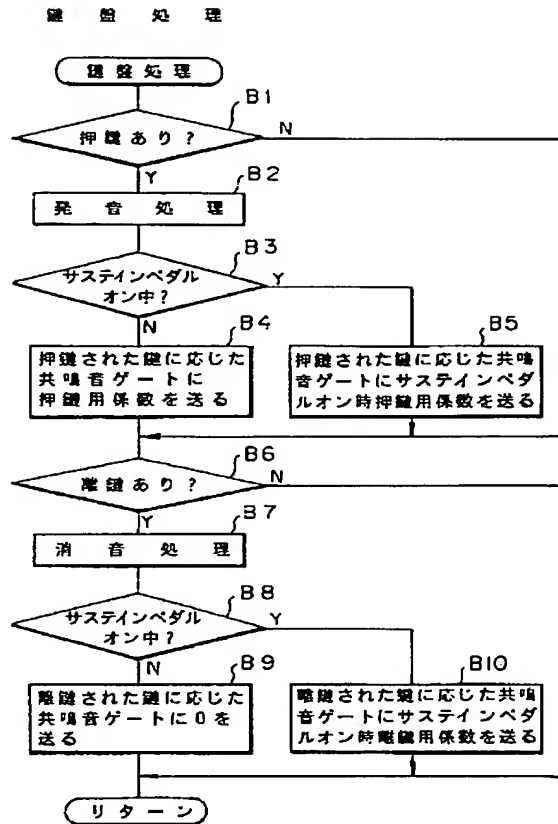
27-1 : 帯域阻止フィルタ  
 28a, 28b, 29a, 29b : 乗算器

【図 5】



- 50 : 音源  
 51-i : 楽音信号形成チャンネル  
 52, 62, 65, 66 : 加算器  
 60 : 共鳴音形成回路  
 61-i : 共鳴音形成チャンネル  
 63 : 乗算器  
 64 : 遅延回路  
 67 : サウンドシステム  
 70 : サステインペダルスイッチ

【図 7】



【図 8】

ペダル処理

